

MULTIMEDIJSKA NASTAVA MATEMATIKE U OSNOVNOJ ŠKOLI

Lidija Eret

Sažetak

Rad prikazuje multimedije u osnovnoškolskoj predmetnoj nastavi matematike iz više različitih aspekata. Autorica proučava trenutnu zastupljenost multimedija u osnovnoškolskoj predmetnoj nastavi matematike te stručne procjene učitelja matematike značaja takve nastave u poučavanju matematike u osnovnoj školi. Empirijska provjera modela konstruktivističke nastave matematike obogaćene multimedijom provedena je akcijskim istraživanjem koje je uključivalo dva osnovnoškolska razredna odjeljenja (N = 45) promatrana tijekom jedne nastavne godine. U istraživanju je ispitana i motivacija učenika s obzirom na mišljenja o usvajanju matematičkih sadržaja i kompetencija modificiranim upitnikom, djelomično preuzetim iz Skale Motivacijske strategije učenja (Pintrich i sur., 1993). Kvantitativno istraživanje bavilo se učiteljskim procjenama implementiranja multimedija u nastavu matematike (N = 321) koje su dobivene skalama procjene. Rezultati dvaju istraživanja međusobno su korelirani, kao i s rezultatima suvremenih znanstvenih istraživanja s područja metodike nastave matematike. Rad donosi metodičke prijedloge unapređenja nastave matematike konstruktivističkim pristupom i individualizacijom nastavnog procesa uporabom multimedija (Eret, 2016). Također ukazuje na koje načine multimediji u nastavi matematike mogu doprinijeti pozitivnim promjenama u nastavi, ali i zadržavanju visoke razine motivacije prilikom promjene nastavnog koncepta. Razmatraju se pitanja izmjene nastavnog kurikulumu, zatim uloge učitelja u novom nastavnom okruženju i potrebnim kompetencijama. Navode se razlozi primjene kvalitativne i kvantitativne metode u istraživanju, odnosno prednostima triangulacije dobivenih rezultata u dobivanju optimalnih odgovora na istraživačka pitanja.

Ključne riječi: e-učenje, individualizacija učenja, konstruktivizam u nastavi matematike, kurikulum nastave matematike, motiviranost za učenje matematike, m-učenje, multimedijaska nastava matematike, obvezno školovanje

1. Uvod

Multimediji u današnjem vremenu, upravo iz razloga što su nezaobilazan, u velikoj mjeri prisutan, a time i bitan dio svakodnevice svakog učenika, sve više ukazuju na potrebu da ih se implementira i u odgojno-obrazovno područje.¹ Suvremena znanstvena i tehnološka saznanja s područja multimedijске didaktike donose rješenja kako unaprijediti nastavni proces, ali i samo nastavno ozračje (Brunner, 2006; Dziuban, Hartman i Moskal, 2004; Dumančić, 2010; Garrison i Kanuka, 2004; Geçer, 2013; Holden, Westfall i Gamor, 2010; Mačinko Kovač i Eret, 2012; Skill i Young, 2002; Tsai, 2011; Veisisenaho i sur., 2010;

1

Ovaj tekst predstavlja izvod iz doktorskog rada koji je izradila Lidija Eret pod punim naslovom „Multimedijaska nastava matematike u osnovnoj školi u kontekstu unapređenja nastave matematike i motiviranosti učenika“. Doktorski rad je izrađen uz mentorsko vođenje prof. dr. Milana Matijeveća i izv. prof. dr. sc. Marija Dumančića te obranjen na Učiteljskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu 21. rujna 2016. godine. Doktorski rad je nastao kao dio programa istraživačkih aktivnosti projekta „Nastava i škola za net-generacije“ (2014.-2017.).

Wood i Romero, 2010; Xu i Jaggars, 2013). U skladu s time, posebnu pozornost potrebno je posvetiti multimedijskoj nastavi matematike u osnovnoj školi. Naglasak pritom treba biti na individualizaciji nastavnog procesa odnosno na organizaciji nastave usmjerene na učenika i učeničke aktivnosti.

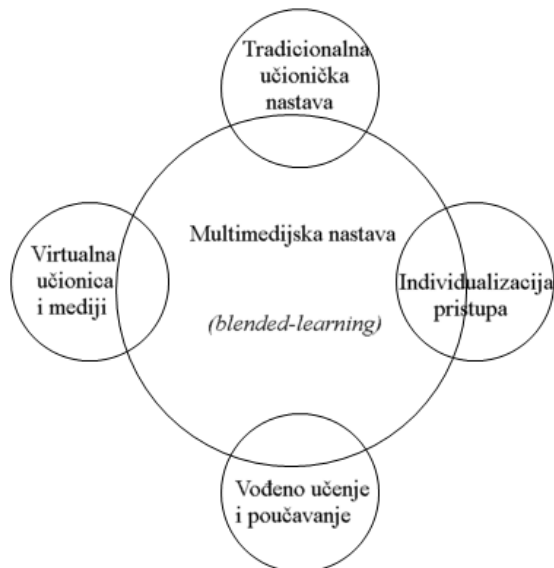
U suvremenoj (osnovnoškolskoj) nastavi (matematike) ukazuje se potreba preoblikovanja nastavnog procesa u kojem je učenik, ne samo aktivni sudionik, već uz učitelja i razredne vršnjake i njegov su-kreator. Tehnološka ostvarenja današnjeg vremena nude mnoge i raznolike mogućnosti implementacije multimedija u nastavni proces, pri čemu je posebna važnost elektroničkih i internetom podržanih medija u svrhu prikaza nastavnih sadržaja (Jagodziński i Wolski, 2011; Matijević, 2013; Moreno i Durán, 2004; Neo, 2003). Da bi mogli uvidjeti koje je promjene potrebno uvesti u nastavni proces, time i u nastavni kurikulum, odnosno u određene strukture školstva općenito, potrebno je prikazati nastavnu situaciju u današnjim osnovnim školama s obzirom na uporabu multimedija. To će biti prikazano rezultatima akcijskog istraživanja i skalama procjene.

Skalama procjene prikazana su određena mišljenja i procjene u svrhu unapređenja nastavnog procesa kojima se otvaraju drugačija gledišta na nastavu budućnosti. Govoreći o potrebnim materijalnim i tehničkim uvjetima za potrebe multimedijske nastave, nužnim promjenama u nastavnoj komunikaciji kao i evidentno rastućem problemu socijaliziranja učenika digitalne generacije, razmatrana su različita pitanja iz područja opće didaktike. Preispitana je uloga učitelja u nastavi budućeg vremena, njegov status, kompetencije, a potom i važnost prvenstveno u odgojnom smislu učiteljskog poziva.

Empirijska provjera modela konstruktivističke nastave matematike obogaćene multimedijom provedena je akcijskim istraživanjem u dva osnovnoškolska razredna odjeljenja tijekom jedne nastavne godine. U istom je istraživanju razmotrena i povezanost motivacije učenika za nastavni predmet matematike s konstruktivistički oblikovanim nastavnim procesom, odnosno s promjenom nastavnog koncepta prelaskom iz razredne u predmetnu nastavu.

2. Multimedijaska nastava matematike

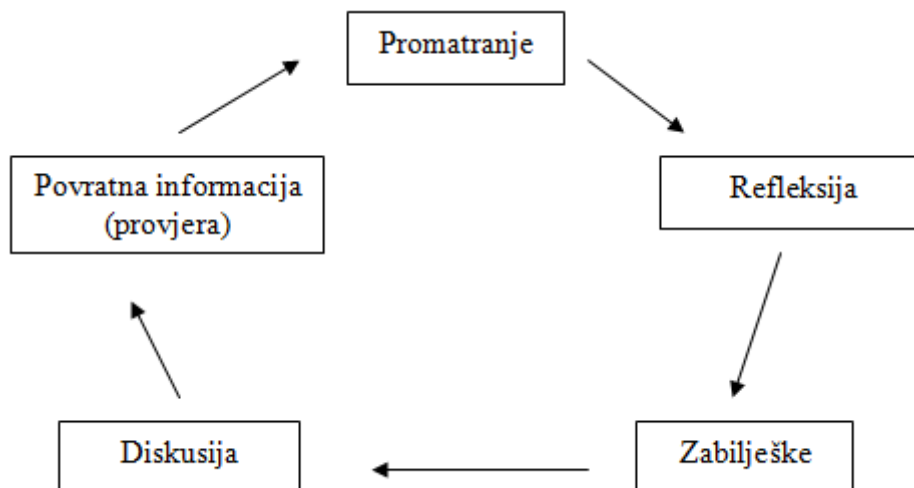
Okosnica ovog razmatranja je multimedijaska nastava, odnosno multimedijaska nastava matematike, koja je i predmetom mnogih suvremenih istraživanja (Brunner, 2006; Dumančić, 2010; Dziuban i sur., 2004; Garrison i Kanuka, 2004; Geçer, 2013; Holden i sur., 2010; Hudson, 1996; Tsai, 2011; Wood i Romero, 2010; Xu i Jaggars, 2013). Pritom govorimo o pojmovima multimedije i multimedijalnosti u kontekstu osuvremenjivanja i unapređenja osnovnoškolske nastave matematike (Jagodziński i Wolski, 2011; Matijević, 2013; Moreno i Durán, 2004; Neo, 2003). Multimedijalnost podrazumijeva ne samo korištenje dvaju ili više medija (dakle u suvremenoj nastavi sve više digitalnih medija) već i provođenje nastave putem više različitih nastavnih metoda, pristupa i strategija.



Slika 1. Komponente multimedijске nastave (*blended-learning*) (Dziuban i sur., 2004, str. 7)

Upravo iz tog razloga govorimo o engleskim istoznačnicama *hybrid-* i *blended-learning*, odnosno hibridnom učenju, a sukladno tome i elektroničkom i mobilnom učenju koje na suvremen način omogućavaju nastavu na daljinu, neograničenu prostorom učionice (Mačinko Kovač i Eret, 2012; Matasić i sur., 2011). Tako Slika 1 prikazuje da se suvremena nastava može provoditi na bilo koji od navedenih pristupa: tradicionalnim načinom učenja i poučavanja, individualnim pristupom, zatim vođenim učenjem i poučavanjem putem određenih nastavnih projekata ili u potpunosti na virtualan način, na primjer nastavom podržanom internetom. Koncept multimedijске nastave predstavlja upravo objedinjenje ovih metoda i strategija učenja i poučavanja (Dziuban i sur., 2004).

Ključ uspješnosti multimedijске nastave (Hudson, 1996) je promatranje provedene prakse, bilježenje povratnih informacija dobivenih nastavnim procesom, a u daljnjoj provedbi ponavljanje uspješnih odnosno izmjena manje uspješnih metoda, postupaka i strategija (Slika 2). Refleksiji s obzirom na uspješnost nastavnog procesa, u konstruktivistički oblikovanoj nastavi, doprinose i učenici svojim komentarima, sugestijama i zamislima. O takvom oblikovanju multimedijске nastave možemo govoriti prilikom provedbe nastavnog kurikuluma tijekom nastavnih jedinica, ali i vrlo uspješno u provedbi višemjesečnog nastavnog projekta, kako će biti prikazano u nastavku.

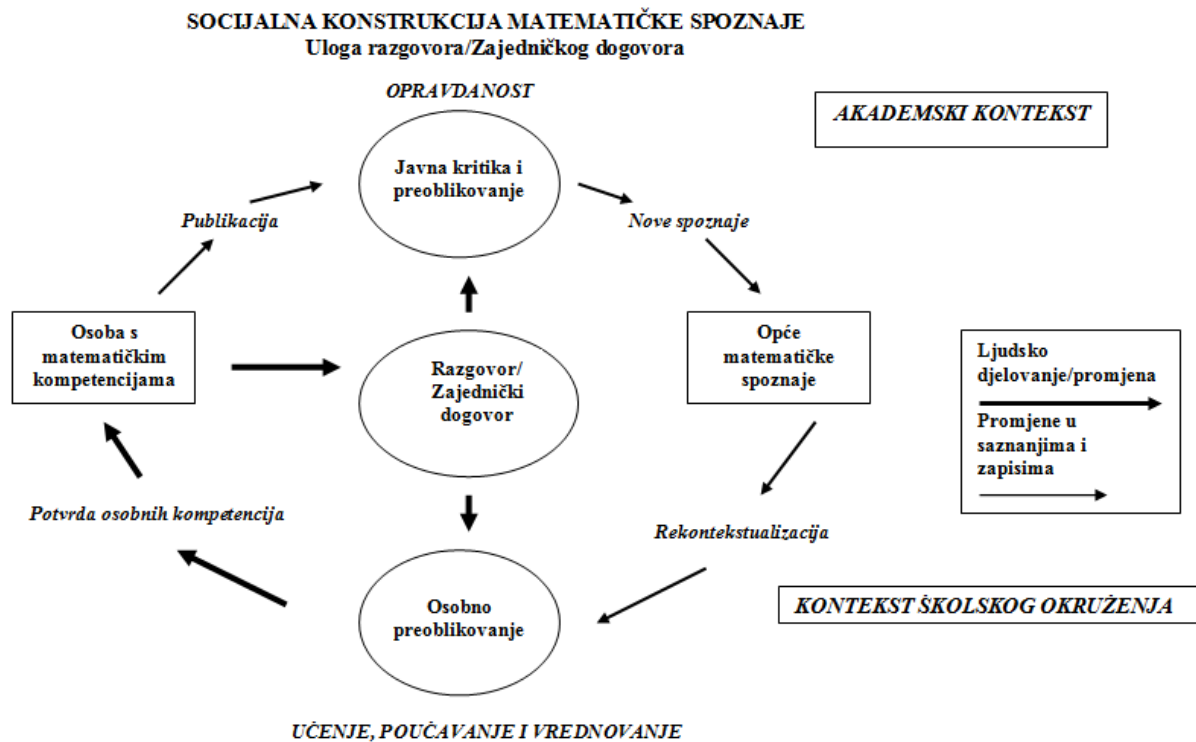


Slika 2. Ciklični proces multimedijske nastave matematike (Hudson, 1996, str. 47)

Mnoga suvremena znanstvena istraživanja našla su uspješan multimedijski pristup nastavi matematike kako u osnovnoškolskom odgoju i obrazovanju tako i na drugim odgojno-obrazovnim razinama. Na temelju toga je moguće razmatrati raznolikost pristupa osuvremenjivanju multimedijskog matematičkog učenja i poučavanja (Bjelanović Dijanić, 2013; Geçer, 2013; Klebl, Krämer i Zobel, 2010; Koehler i sur., 2013; Li, Dong i Huang, 2011; Lin, 2009). Osobno računalo i mobilna elektronička sredstva postaju okosnicom multimedijske nastave, podržavajući mogućnost pristupa internetu i na taj način prikazanim i objavljenim matematičkim nastavnim sadržajima, kao i modernizirajući vršnjačku komunikaciju i onu na relaciji učenik - učitelj.

3. Konstruktivistički usmjerena nastava matematike

Temelje konstruktivistički usmjerene nastave u kojoj se konstrukcija nastavnog procesa događa aktivnim sudjelovanjem učenika i u interakciji s vršnjacima i učiteljem prepoznajemo u pedagoškim teorijama Deweya, Piageta, Vigotskog i Montessori (Bodner, 1986; Cobb, 1994; Ernest, 1994; Ültanir, 2012). Danas je konstruktivizam kao paradigma u odgoju i obrazovanju predmetom mnogih znanstvenih istraživanja, a posebno konstruktivistički usmjerene nastave matematike (Palekčić, 2002; Steffe i Thompson, 2000; Ültanir, 2012).



Slika 3. Socijalna konstrukcija matematičke spoznaje (Ernest, 1994, str. 349)

Konstruktivizam u nastavi matematike definiran je kao „didaktički inženjering“ (Artigue, 1994), ili „kognitivno vođena instrukcija“ (Fennema i sur., 1996). Didaktičke paradigme (socijalnog) konstruktivizma u nastavi matematike konstrukciju nastavnog procesa promatraju sa stajališta doživljaja, djelovanja, iskustva i interakcije u oblikovanju procesa učenja i poučavanja i usvajanja (matematičkih) sadržaja i kompetencija.

Konstruktivistički oblikovan nastavni proces, kako je prikazano na Slici 3, uključuje učitelja kao voditelja i moderatora nastavnog procesa i učenike kao aktivne sudionike i su-kreatore u istom procesu. Konstrukcija i često rekonceptualizacija nastave nije moguća bez angažmana svih sudionika nastavnog procesa, pri čemu bitnu ulogu u cjelokupnom nastavnom okruženju imaju nastavni sadržaji, komunikacija, nove zamisli i refleksija s obzirom na prethodan nastavni proces (Ernest, 1994).

Multimedijski pristup nastavi i individualizaciju nastave matematike povezujemo s pojmom konstruktivističke nastave u kojoj se učenje i poučavanje usmjerava na učeničku aktivnost tako da učenik postaje aktivni sudionik u oblikovanju nastavnog procesa, a učitelj osoba koja nastavni tijek planira, oblikuje i usmjerava s obzirom na učeničke uratke. Konstruktivistička nastava matematike predmet je interesa suvremenih znanstvenih istraživanja u didaktičkom (Artigue, 1994; Fennema i sur., 1996; Matijević, 2013; Palekčić, 2002; Steffe i Thompson, 2000; Telese, 1999) i sociokulturalnom kontekstu (Bodner, 1986). Temelji konstruktivističke nastave koji počivaju na razvojnoj teoriji za kognitivni razvoj djeteta pretpostavljaju važnost poticajnog iskustva, socijalnu

interakciju s vršnjacima te individualno sagledavanje učenja i poučavanja (Cobbi sur., 1992; Ernest, 1994; Steffe i Thompson, 2000; Ūltanir, 2012). Konstruktivistička nastava time se ostvaruje putem individualnog ili zajedničkog vršnjačkog iskustva unutar poticajne okoline, na način da se vodi računa o osobnim kompetencijama svakog djeteta i tome prilagodi plan i tijek nastavnog procesa.

Uz pojam konstruktivistički oblikovane nastave razmatramo i individualizaciju nastavnog procesa. U ovom slučaju govorimo o individualizaciji nastave matematike, s obzirom na učeničke interese, kompetencije i uzrast (Vlahović-Štetić, Rovani i Arambašić, 2003). To je od osobite važnosti kod učenja i poučavanja učenika s teškoćama i nadarenih učenika (Vizek-Vidović, Vlahović-Štetić, Arambašić i Slaviček, 1997). Individualizaciju pristupa nastavi ne trebaju samo navedeni učenici, već i oni koji iz nekog drugog razloga trebaju poseban didaktički pristup ili su pak spriječeni prisustvovati redovnom tijeku nastave matematike (Matasić i sur., 2011; Pavlin-Bernardić, Jagodić i Vlahović-Štetić, 2015). Doprinos individualizaciji nastavnog procesa svakako daju prikazi multimedijских nastavnih modela u suvremenim istraživanjima, a koji uključuju uporabu različitih i raznolikih elektroničkih medija (Bai i Smith, 2010; Chang i Tung, 2008; Kardan, Speily i Modaberi, 2011; Keppell, O'Dwyer, Lyon i Childs, 2010).

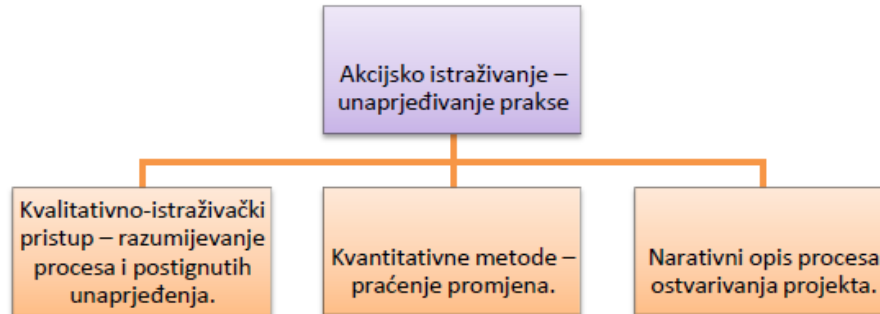
4. Metodologija empirijskog istraživanja

Zbog kvalitativnog i kvantitativnog pristupa istraživanju, metodologija istraživanja je podijeljena u dva dijela: Empirijska provjera modela konstruktivističke nastave matematike obogaćene multimedijom (akcijsko istraživanje) u okviru kvalitativnog dijela empirijskog istraživanja i učiteljske procjene implementiranja multimedija u nastavu matematike (skale procjene) kao kvantitativni dio empirijskog istraživanja. Rezultati navedenih istraživanja su korelirani s ciljem otkrića prirode veza konstruktivističkog modela multimedijske nastave s motivacijom učenika za učenje matematičkih sadržaja i kompetencija kao i vrednovanje novih pristupa osuvremenjivanju nastave matematike individualizacijom učenja uporabom multimedija. Povezani su metodom triangulacije, a za svako su istraživanje zasebno razrađeni metodološki prikazi.

4.1. Empirijska provjera modela konstruktivističke nastave matematike obogaćene multimedijom (akcijsko istraživanje)

Proces provođenja empirijskog dijela akcijskog istraživanja ukratko je opisan na Slici 4 (Bognar, 2008), prema kojem je vidljivo da je svrha akcijskog istraživanja unapređenje odgojno-obrazovne prakse. Iako je kvalitativni način prikupljanja i obrade podataka vrlo zahtjevan, posebice kada se odnosi na provođenje akcijskog istraživanja, njegova je najveća vrijednost upravo u opisu i nastojanju razumijevanja odgojno-obrazovnog procesa samog projekta kao i promjena koje su se pritom događale. Ipak, akcijsko istraživanje može biti nadopunjeno i kvantitativnim metodama, kao što je kao što je i ovdje slučaj. Praćena je povezanost akcijski usmjerene multimedijske nastave matematike

s motivacijom učenika uporabom anketnog upitnika motivacije, koji je preuzet iz *Skale Motivacijske strategije učenja* (eng. *Motivated Strategies for Learning Questionnaire; MSLQ*) kojemu su autori Pintrich i sur. (1993). Anketni upitnik korišten je kao triangulacijska (Patton, 1990), dijagnostička i kontrolna metoda akcijskog istraživanja.



Slika 4. Metodološka struktura akcijskog istraživanja (Bognar, 2008, str. 128)

4.1.1. Cilj i problemi akcijskog istraživanja

Cilj akcijskog istraživanja je otkriće prirode veza konstruktivističkog modela multimedijske nastave s motivacijom učenika za usvajanje matematičkih sadržaja i kompetencija, kao i vrednovanje novih pristupa osuvremenjivanju nastave matematike individualizacijom učenja uporabom multimedija. Moguće je postaviti istraživačka pitanja kao probleme istraživanja: 1.) Mogu li se akcijskim istraživanjem utvrditi novi pristupi osuvremenjivanja osnovnoškolske nastave matematike individualizacijom učenja i uporabom multimedija? i 2.) Može li se akcijskim istraživanjem utvrditi povezanost konstruktivističkog modela multimedijske nastave matematike u osnovnoj školi s motivacijom učenika za učenje matematičkih sadržaja i kompetencija?

4.1.2. Plan istraživanja, sudionici, prikupljanje i analiza podataka (instrumenti)

Tijekom akcijskog istraživanja korišteno je nekoliko vrsta instrumenata za prikupljanje podataka. Vođen je elektronički i pisani dnevnik istraživanja, koji je uspoređivan i s mjesečnim planovima samovrednovanja učenika.

Provedena su inicijalna i završna mjerenja motivacije učenika za usvajanje matematičkih sadržaja i kompetencija modificiranim upitnikom djelomično preuzetim iz *Skale Motivacijske strategije učenja* (eng. *Motivated Strategies for Learning Questionnaire; MSLQ*) kojemu su autori Pintrich i sur. (1993). Pitanja su učenici procjenjivali Likertovom skalom od 5 stupnjeva. Dnevnikom istraživanja zabilježeni su podaci učeničkih aktivnosti i uradaka tijekom i za potrebe provođenja projekta akcijskog istraživanja: dijelovi prezentacija i učenički uratci radnih zadataka u elektroničkom i pisanom obliku. Prikazane su i razredne poruke elektroničke pošte, zatim i fotografije i video-snimke nastavnog procesa. Priloženo je i izvješće kritičkog prijatelja.

U akcijskom istraživanju sudjelovali su učenici 5.a (N=20) i 5.b razreda (N=25) Osnovne škole Eugena Kvaternika u Velikoj Gorici tijekom školske godine 2012./13.. Istraživanje je provedeno na nastavi matematike. Provoditelj istraživanja ujedno je učenicima i učitelj predmetne nastave matematike, kako je često uobičajeno u akcijskim istraživanjima.

Projekt akcijskog istraživanja proveden je u tri kruga. U prvom krugu istraživanja praćena je nastava matematike i provedba projekta u 5.b razredu (N=25). Prvi krug istraživanja je proveden do kraja prvog obrazovnog razdoblja. Ovisno o tijeku projekta i refleksijama dobivenim prvim krugom, planiran je drugi krug istraživanja. Postupci koji su se pokazali uspješnima usavršavaju se i izmjenjuju neefikasne metode. U projekt se uključuje kritički prijatelj kako bi komentarima, savjetima i sugestijama s obzirom na prisustvo nastavi usmjerio istraživača na organizaciju, plan i provođenje istraživanja. U drugom krugu istraživanja praćena je nastava matematike i provedba projekta u 5.a razredu (N=20) do kraja nastavne godine. Treći krug istraživanja je istraživačko-znanstvena reakcija na provedeno istraživanje. Jednom tjedno učenici cijelog razreda proučili su sadržaje odabrane nastavne jedinice na nastavnim portalima, a odabrani učenici s obzirom na isto pripremaju nastavu na način koji smatraju prigodnim. Svaki učenik treba učitelju poslati povratnu informaciju o navedenim sadržajima i svojim aktivnostima elektroničkom poštom (npr. koliko su sadržaji razumljivi ili sugestije koje učenik ima za unapređenje nastave). Učitelj u dnevnik vodi bilješke, a mjesečno se učenicima ocjenjuje zalaganje.

Za potrebe istraživanja izabrana su četiri portala s objavljenim sadržajima za osnovnoškolsku nastavu matematike. Osigurane su i računalno opremljene učionice u kojima učenici mogu izvršavati zadatke vezane uz projekt.

4.2. Učiteljske procjene implementiranja multimedija u nastavu matematike

4.2.1. Cilj, problemi i hipoteze, varijable, instrument, uzorak i postupak istraživanja

Cilj kvantitativnog dijela empirijskog istraživanja je bio uvidjeti kako učitelji matematike u osnovnoj školi procjenjuju upotrebu novih medija u nastavi matematike. Također, htjelo se vidjeti postoje li razlike i povezanosti u tim procjenama s obzirom na spol, broj godina radnog staža, vrstu stručne spreme i s obzirom na vrstu završenog studija učitelja. Na temelju postavljenih generalnih ciljeva, formirani su problemi istraživanja na koje se htjelo odgovoriti ovim dijelom empirijskog istraživanja, a prema postavljenim problemima, koji su svojevrsna pitanja na koje se pokušalo odgovoriti, postavljene su nul-hipoteze kao odgovori na postavljene probleme. Problemi istraživanja formirani su ispitivanjem razlika i povezanosti svake tvrdnje upitnika s obzirom na spol, godine radnog staža, vrstu završenog studija i stručnu spremu učitelja.

Iz postavljenih problema, odnosno hipoteza vidljive su zavisne i nezavisne varijable. *Nezavisne varijable su:* spol, godine radnog staža, stručna sprema učitelja, vrsta završenog studija. *Zavisne varijable su:* procjena koristi računala u korelaciji matematike i umjetnosti; procjena koristi računala u učinkovitosti rješavanja matematičkih problema; procjena koristi razvoja IKT-a za kvalitetu metodike nastave matematike; procjena doprinosa računalnih programa u razumijevanju povezanosti aritmetičkog i geometrijskog rješenja istog problema; procjeni koristi korelacije sadržaja matematike i informatike; procjena koristi računalnih programa u razumijevanju uzročno-posljedičnih veza; procjeni koristi komunikacije internetom u učenju; procjena prilagodbe učeniku interaktivnih matematičkih sadržaja dostupnih na internetu; procjena koristi medija u prilagodbi nastavnih sadržaja učenicima s posebnim potrebama; procjena koristi novih medija u motivaciji učenika.

Za potrebe ovog istraživanja oblikovan je upitnik kojim su ispitana mišljenja učitelja matematike o multimedijском *softwareu*. Autor upitnika je i provoditelj ovog istraživanja. Upitnik sadrži 10 čestica oblikovanih analizom sadržaja stručnih radova objavljenih u matematičkim časopisima Hrvatskog matematičkog društva o metodici nastave matematike (Matka i Poučak) kojima su autori stručnjaci tog odgojno-obrazovnog područja. Upitnik se sastoji od dva dijela. Prvi dio se odnosi na sociodemografska obilježja ispitanika: spol, godinu rođenja, radni staž, vrstu škole u kojoj učitelji rade (osnovna/ srednja škola), županiju u kojoj učitelji rade te vrstu stručne spreme. Drugi dio je bio skala procjene slaganja o koristi novih medija u nastavi matematike od deset tvrdnji Likertove skale s pet stupnjeva.

U istraživanju su sudjelovali učitelji matematike u osnovnim školama (N=321).

Istraživanje je provedeno tijekom kolovoza i rujna 2014. godine među članovima stručnih vijeća učitelja matematike iz trinaest županija Republike Hrvatske: Zagrebačke, Grada Zagreba, Karlovačke, Virovitičko-podravске, Krapinsko-zagorske, Vukovarsko-srijemske, Požeško-slavonske, Brodsko-posavske, Koprivničko-križevačke, Osječko-baranjske, Varaždinske i Međimurske županije. Upitnik je članovima navedenih stručnih vijeća učitelja matematike distribuiran u vrijeme stručnih predavanja na profesionalnom usavršavanju učitelja matematike koje provodi Agencija za odgoj i obrazovanje Republike Hrvatske.

5. Rezultati i rasprava

Rezultate dobivene uvođenjem akcijskog istraživanja u nastavu matematike s ciljem oblikovanja konstruktivistički usmjerene multimedijске nastave matematike možemo sažeti u sljedećem. Detaljno, sustavno i dosljedno razrađeno planiranje, organizacija, praćenje, refleksija na uočeno i provođenje potrebnih promjena u projektно-istraživački usmjerenoj multimedijскоj nastavi matematike, osnova je pozitivnih promjena s obzirom na učeničku aktivnost u učenju i poučavanju te poimanju nastave matematike, ali i

procjene vlastite uspješnosti s obzirom na odgojno-obrazovne ishode nastave matematike (slično: Bognar, 2008; Marquardt, 2000). S navedenim povezano, potrebne su korjenite izmjene u kurikulumu osnovnoškolske nastave matematike s ciljem konstruktivistički usmjerene multimedijски podržane nastave matematike, kako govore i druga istraživanja (npr. Kember i sur., 1997). Poticanje i ohrabrivanje učenika na nove i drugačije oblike rada, kreativno mišljenje te aktivan i samostalan pristup učenika oblikovanju nastavnog procesa, preduvjet su uvođenja novih nastavnih sredstava, medija i pristupa nastavnim sadržajima i procesima (slično i kod Bognar, 2008; Marquardt, 2000). Posebna angažiranost s obzirom na uvođenje multimedijске nastave uočena je kod učenika koji nastavu pohađaju po redovitom programu uz individualizirane postupke i po redovitom programu uz prilagodbu sadržaja i individualizirane postupke.

Tablica 1. Deskriptivna obilježja manifestnih tvrdnji (motivacija učenika): početno ispitivanje

Rb	Podskale i tvrdnje	<i>M</i>	<i>Mdn</i>	<i>D</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Intrinzična usmjerenost cilju							
1.	Volim kada je učenje matematike izazov u kojem otkrivam nova znanja.	4,0	4,0	5	1,04	1	5
2.	Sviđa mi se kada me matematika čini znatiželjnim/om, iako učimo nešto teško.	3,44	4,0	4	1,43	1	5
3.	Na matematičkom satu mi je najdraže kada detaljno mogu proučiti ono što radimo.	4,24	5,0	5	1,26	1	5
4.	Kada mogu birati, izabirem one matematičke zadatke iz kojih mogu puno naučiti, iako ne znam hoću li iz njih dobiti dobru ocjenu.	3,82	4,0	4	1,19	1	5
Vrijednost uratka							
1.	Mislim da ću ono što naučim (na matematici) moći koristiti i u drugim predmetima.	4,18	5,0	5	1,21	1	5
2.	Važno mi je da naučim matematičke sadržaje.	4,49	5,0	5	,84	1	5
3.	Vrlo sam zainteresiran/a za matematičke sadržaje.	3,76	4,0	5	1,2	1	5
4.	Smatram da će za mene biti korisno učiti matematiku.	4,4	5,0	5	1,13	1	5
5.	Sviđa mi se sve što učimo na matematici.	3,8	4,0	5	1,25	1	5
6.	Vrlo mi je važno razumjeti matematiku.	4,51	5,0	5	,86	1	5
Samodjelotvornost u učenju i radu							
1.	Vjerujem da ću dobiti izvrsnu ocjenu iz matematike.	3,91	4,0	5	1,08	1	5
2.	Siguran sam da mogu razumjeti najteže dijelove matematičkih sadržaja.	3,38	4,0	4	1,33	1	5
3.	Siguran sam da mogu naučiti osnovne pojmove iz	4,38	5,0	5	,83	1	5

matematike.

4.	Siguran sam da mogu razumjeti učiteljeva predavanja čak i kada poučava nešto prilično matematički teško.	4,1	4,0	5	1,16	1	5
5.	Siguran sam da mogu imati izvrstan uradak na provjerama znanja iz matematike.	4,18	5,0	5	1,02	2	5
6.	Očekujem uspjeh u matematici.	4,47	5,0	5	,78	2	5
7.	Siguran sam da mogu ovladati vještinama kojima nas učitelj u matematici poučava.	4,11	4,0	5	,95	1	5
8.	Mislim da ću postići uspjeh u ovom predmetu, uzevši u obzir težinu predmeta, zahtjeve učitelja i moje vještine.	4,2	5,0	5	1,1	1	5

Rezultati dobiveni početnim i završnim mjerenjima motivacije učenika u oba razredna odjeljenja (Tablica 1 i 2) pokazuju kako nema statistički značajnih pokazatelja promjene. U skladu s rezultatima novijih istraživanja drugih autora (Clayton i sur., 2010; Miyaji, 2011; Nakayama i Yamamoto, 2011; Xu i Jaggars, 2011) rezultati pokazuju kako značajnije promjene u učeničkoj motivaciji nisu bitne u tolikoj mjeri koliko je bitno uočiti promjene koje se događaju u odgojno-obrazovnom procesu.

Tablica 2. Deskriptivna obilježja manifestnih tvrdnji (motivacija učenika): završno ispitivanje

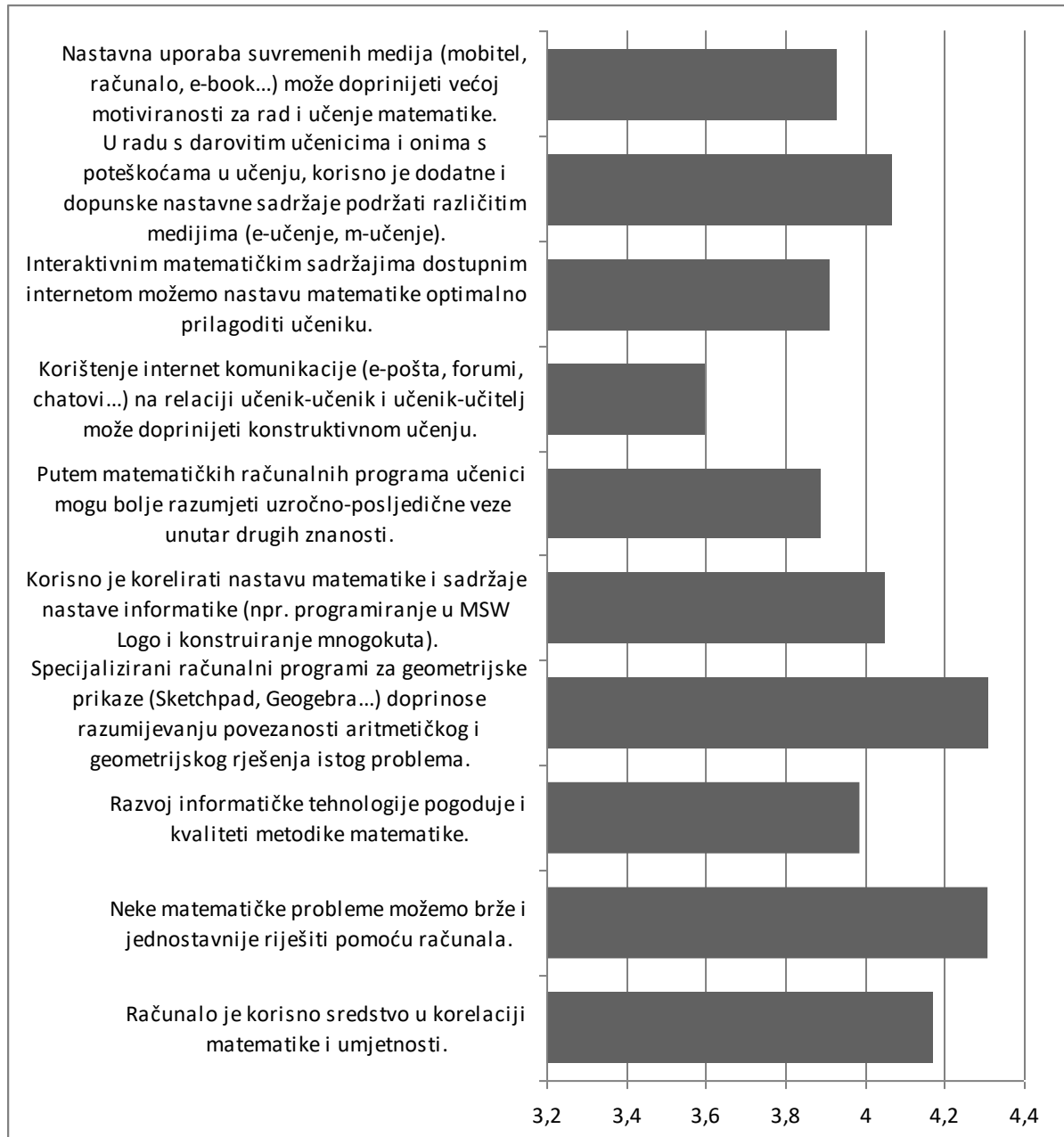
Rb	Podskale i tvrdnje	<i>M</i>	<i>Mdn</i>	<i>D</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Intrinzična usmjerenost cilju							
1.	Volim kada je učenje matematike izazov u kojem otkrivam nova znanja.	4,0	4,0	5	1,12	1	5
2.	Sviđa mi se kada me matematika čini znatiželjnim/om, iako učimo nešto teško.	3,93	4,0	5	1,13	1	5
3.	Na matematičkom satu mi je najdraže kada detaljno mogu proučiti ono što radimo.	4,44	5,0	5	,84	2	5
4.	Kada mogu birati, izabirem one matematičke zadatke iz kojih mogu puno naučiti, iako ne znam hoću li iz njih dobiti dobru ocjenu.	3,78	4,0	4	,99	1	5
Vrijednost uratka							
1.	Mislim da ću ono što naučim (na matematici) moći koristiti i u drugim predmetima.	4,51	5,0	5	,75	2	5
2.	Važno mi je da naučim matematičke sadržaje.	4,58	5,0	4	,75	2	5
3.	Vrlo sam zainteresiran/a za matematičke sadržaje.	3,73	4,0	4	1,09	1	5

4. Smatram da će za mene biti korisno učiti matematiku.	4,67	5,0	5	,60	3	5
5. Sviđa mi se sve što učimo na matematici.	3,93	4,0	4	,93	2	5
6. Vrlo mi je važno razumjeti matematiku.	4,64	5,0	5	,67	2	

Samodjelotvornost u učenju i radu

1. Vjerujem da ću dobiti izvrsnu ocjenu iz matematike.	3,58	4,0	4	1,13	1	5
2. Siguran sam da mogu razumjeti najteže dijelove matematičkih sadržaja.	3,78	4,0	4	,85	2	5
3. Siguran sam da mogu naučiti osnovne pojmove iz matematike.	4,53	5,0	5	,78	2	5
4. Siguran sam da mogu razumjeti učiteljeva predavanja čak i kada poučava nešto prilično matematički teško.	4,27	5,0	5	,88	2	5
5. Siguran sam da mogu imati izvrstan uradak na provjerama znanja iz matematike.	3,98	4,0	4	,98	1	5
6. Očekujem uspjeh u matematici.	4,13	4,0	5	,99	2	5
7. Siguran sam da mogu ovladati vještinama kojima nas učitelj u matematici poučava.	4,16	4,0	5	1,06	1	5
8. Mislim da ću postići uspjeh u ovom predmetu, uzevši u obzir težinu predmeta, zahtjeve učitelja i moje vještine.	3,96	4,0	4	1,10	1	5

Bitno je napomenuti kako su i početna i završna mjerenja motivacije pokazala visoko pozitivne procjene učenika za svaku tvrdnju upitnika. Možemo reći kako su multimediji opravdali ulogu čimbenika u oblikovanju konstruktivistički usmjerene nastave matematike, s obzirom su učenici pokazali jednaku (visoku) razinu motivacije za nastavni predmet matematike, bez obzira na prelazak iz koncepta razredne u predmetnu nastavu matematike.



Grafikon 1. Aritmetičke sredine skala procjena uporabe računala u nastavi matematike

Rezultati učiteljskih procjena implementiranja multimedija u nastavu matematike prikazani su u Grafikonu 1. Na temelju rezultata ovog ispitivanja mogu se donijeti sljedeći zaključci učiteljskih procjena implementiranja multimedija u nastavu matematike odnosno povezanost tih procjena s obzirom na spol, broj godina radnog staža, vrstu stručne spreme i s obzirom na vrstu završenog studija učitelja. Učitelji pozitivno procjenjuju implementaciju multimedija u nastavu matematike bilo da se radilo o korelaciji s drugima nastavnim predmetima ili znanostima, povezanosti s učenikom motivacijom, unapređenju vršnjačke komunikacije kao i komunikacije učenik - učitelj, individualizaciji učenja i poučavanja, odnosno boljem razumijevanju i usvajanju

matematičkih sadržaja (slično kod: Bjelanović Dijanić, 2013; Geçer, 2013; Klebl i sur. 2010; Koehler i sur., 2013; Kurubacak, 2007; Li i sur., 2011; Lin, 2009; Mačinko Kovač i Eret, 2012; Matasić i sur., 2011; Moreno i Durán, 2004; Skill i Young, 2002; Tsai, 2011; Veisisenaho i sur., 2010; Wood i Romero, 2010).

Učitelji s manje godina radnog staža pozitivnije od ostalih učitelja procjenjuju tvrdnje koje se odnose na korisnost multimedija u korelaciji nastavnih predmeta Matematike i Informatike, ali i drugih znanosti, razumijevanju i usvajanju matematičkih nastavnih sadržaja te individualizaciji nastave. Pokazalo se da nema značajne razlike u dobivenim procjenama s obzirom na spol (slično: Koohang, 2004) i instituciju obrazovanja ispitanika.

6. Zaključak

Proučavajući rezultate suvremenih istraživanja područja multimedijske nastave matematike i rezultate istraživanja koji su ovdje prikazani, uviđa se nastojanje da se promijene ustaljeni obrasci oblikovanja odgojno-obrazovnog procesa. Moguće je uočiti kako multimediji doprinose nastavi matematike napretkom u ishodima učenja i poučavanja, ali i s obzirom na pozitivne promjene u mišljenjima učenika i učitelja o nastavnom procesu. Također, potrebno je sagledati razloge i rezultate primjene koreliranja kvalitativnih i kvantitativnih istraživačkih metoda u svrhu optimalnih rezultata s obzirom na određene istraživačke probleme.

Doprinos konstruktivistički usmjerene multimedijske nastave matematike je svakako i u tome što su učenici i učitelji svojim zamislama ukazali na mogućnost novih i uspješnih metodičkih pristupa nastavi. Osim što je prikazana trenutna odgojno-obrazovna situacija s obzirom na multimedijski pristup nastavi matematike, proučavanjem nastavnog procesa iz konstruktivističke perspektive došlo je do razmatranja drugačijih nastavnih pristupa, metoda i strategija. Sukladno s time, može se kritički razmišljati o optimalnoj individualizaciji nastave, primjerenosti kompetencija i stručnom usavršavanju učitelja, odnosno o poveznicama navedenog s motivacijom učenika i učitelja za nastavu matematike. Kada je pak o tome riječ, potrebno je razmišljati i o individualnim osobinama svakog subjekta nastavnog procesa, kako učitelja tako i učenika, kako bi nastava bila uspješnijom. Kompetencije učitelja se iz tog razloga sve više trebaju usmjeravati i usavršavati u području multimedijske didaktike. Usavršavanje školskog sustava prema tome bi trebalo krenuti od učitelja i školskih kurikulumu prema rekonstrukciji i rekonceptualizaciji školstva, usklađeno s primjerima i smjernicama već dokazano uspješnih školskih sustava na globalnoj razini.

Nadalje, podaci dobiveni ovim istraživanjima specifični su s obzirom na nastavnu situaciju, ozračje, uzorak ispitanika, kao i metode prikupljanja i obrade podataka, posebice odnoseći se na provođenje akcijskog istraživanja. Za daljnji znanstveno-istraživački rad s ovog područja interesa i provjeru dobivenih podataka potrebno je uzeti u obzir neke smjernice za planiranje i provedbu akcijskog istraživanja. Nolen i Vander

Putten (2007) navode etičke dileme ovakvog pristupa istraživanju. Radi objektivnosti procjene bitno je i razlučiti ulogu učitelja i istraživača i ako je potrebno pritom tražiti nepristrano sudjelovanje i pomoć drugog školskog stručnjaka. Marquardt (2000) napominje kako je najbitnije osigurati dobru organizaciju, moralnu i financijsku podršku, kao i prikladan vremenski period u kojemu će se ostvariti istraživanje. Sudionici (i suradnici) moraju zadovoljavati kompetencije bitne za projekt. Baskerville i Wood-Harper (1996) dodaju kako znanstvenost akcijskog istraživanja treba osigurati primjerenom i detaljnom dokumentacijom, ali i teoretsko-znanstvenim uporištima. Akcijskom istraživanju koje je kao kvalitativna metoda primijenjeno u ovom radu kao prigovor mogu stajati navedeni nedostaci, a što se odnosi na kvalitativne istraživačke metode općenito. Stoga se često zbog provjere dobivenih podataka i rezultata primjenjuju i druga metodološka rješenja i metode prikupljanja podataka, optimalno kvantitativna. Tako je i u ovom radu primijenjena triangulacija rezultata dobivenih različitim metodama, kako bi se s većom sigurnošću moglo doći do konačnog rezultata, odnosno problema u svrhu kojeg su provedena istraživanja (Peters, 2001). Upravo kombiniranjem kvantitativnih i kvalitativnih istraživačkih metoda može se empirijski sveobuhvatno sagledati kompleksnost određenog problema istraživanja u situacijskom odgojno-obrazovnom ozračju, a takav je i ovdje bio slučaj.

Literatura

- Artigue, M. (1994). Didactical engineering as a framework for the conception of teaching products. *Didactics of mathematics as a scientific discipline*, 13, 27-39.
- Bai, X., & Smith, M. B. (2010). Promoting Hybrid Learning through a Sharable eLearning Approach. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 14(3), 13-24.
- Baskerville, R. L., & Wood-Harper, A. T. (1996). A critical perspective on action research as a method for information systems research. *Journal of Information Technology*, 11(3), 235-246.
- Bjelanović Dijanić, Ž. (2013). Analiza primjene IKT u nastavi matematike u Republici Hrvatskoj. U N. Hrvatić, Neven, A. Lukenda, S. Pavlović, V. Spajić-Vrkaš, i M. Vasilj, Mario (Ur.), *Zbornik radova 2. međunarodne znanstvene konferencije "Pedagogija, obrazovanje i nastava"*. Mostar: Fakultet prirodoslovno-matematičkih i odgojnih znanosti Sveučilišta u Mostaru.
- Bodner, G. M. (1986). Constructivism - a theory of knowledge. *Journal of Chemical Education*, 63, 873-878.
- Bognar, B. (2008). *Mogućnost ostvarivanja uloge učitelja-akcijskog istraživača posredstvom elektroničkog učenja* (Objavljena doktorska disertacija). Filozofski fakultet, Zagreb.
- Brunner, D. L. (2006). The Potential of the Hybrid Course Vis-à-Vis Online and Traditional Courses. *Teaching Theology and Religion*, 9(4), 229-235.
- Chang, S.-C., & Tung, F.-C. (2008). An empirical investigation of students' behavioural intentions to use the online learning course websites. *British Journal of Educational Technology*, 39(1), 71-83.
- Clayton, K., Blumberg, F., & Auld, D. P. (2010). The relationship between motivation, learning strategies and choice of environment whether traditional or including an online component. *British Journal of Educational Technology*, 41(3), 349-364.

- Cobb, P., Yackel, E., & Wood, T. (1992). A Constructivist Alternative to the Representational View of Mind in Mathematics Education. *Journal for Research in Mathematics Education*, 23(1), 2-33.
- Dumančić, M. (2010). Development of model of use of pedagogical patterns within the distance learning system. In V. Šimović, Lj. Bakić-Tomić, & Z. Hubinkova (Eds.), *First Part of the Pre-Conference Proceedings of the Special Focus Symposium on 10th ICESKS: Information, Communication, and Economic Sciences in the Knowledge Society* (str. 211-217). Zagreb: Faculty of Teacher Education.
- Dziuban, C. D., Hartman, J. L., & Moskal, P. D. (2004). Blended learning. *EDUCAUSE Center for Applied Research Bulletin*, 7(1), 12.
- Eret, L. (2016). *Multimedijska nastava matematike u osnovnoj školi u kontekstu unapređenja nastave matematike i motiviranosti učenika*. (Objavljena doktorska disertacija). Učiteljski fakultet, Zagreb.
- Ernest, P. (1994). What is social constructivism in the psychology of mathematics education?. In: J. P. da Ponte, & J. F. Matos (Eds.), *Proceedings of the International Conference for the Psychology of Mathematics Education Vol. I-IV*, pp. 304-312. Lisbon, Portugal: PME.
- Fennema, E., Carpenter, T. P., Franke, M. L., Levi, L., Jacobs, V. R., & Empson, S. B. (1996). A longitudinal study of learning to use children's thinking in mathematics instruction. *Journal for research in mathematics education*, 403-434.
- Garrison, D. R., & Kanuka, H. (2004). Blended learning: Uncovering its transformative potential in higher education. *Internet and Higher Education*, 7(2), 95-105.
- Geçer, A. (2013). Lecturer-Student Communication in Blended Learning Environments. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 13(1), 362-367.
- Holden, J. T., Westfall, P. J. L., & Gamor, K. I. (2010). *An instructional media selection guide for distance learning—Implications for blended learning*. Massachusetts: USDLA.
- Hudson, B. (1996). Group work with multimedia in mathematics: contrasting patterns of interaction. *British journal of educational technology*, 27(3), 171-190.
- Jagodziński, P., & Wolski, R. (2011). Comparative Study of Effectiveness of the Multimedia Handbook and Internet Methods in Education of Students and Teachers of Science. *US-China Education Review B*, 3, 335-341.
- Kardan, A. A., Speily, O. R. B., & Modaberi, S. (2011). A Novel Approach for Enhancing Lifelong Learning Systems by Using Hybrid Recommender System. *US-China Education Review*, 8(4), 482-491.
- Kember, D., Ha, T. S., Lam, B. H., Lee, A., Ng, S., Yan, L., & Yum, J. C. (1997). The diverse role of the critical friend in supporting educational action research projects. *Educational Action Research*, 5(3), 463-481.
- Keppell, M., O'Dwyer, C., Lyon, B., & Childs, M. (2010). Transforming Distance Education Curricula Through Distributive Leadership. *ALT-J: Research in Learning Technology*, 18(3), 165-178.
- Klebl, M., Krämer, B. J., & Zobel, A. (2010). From content to practice: Sharing educational practice in edu-sharing. *British Journal of Educational Technology*, 41(6), 936-951.
- Koehler, M. J., Zellner, A. L., Roseth, C. J., Dickson, R. K., Dickson, W. P., & Bell, J. (2013). Rethinking the Doctorate: Introducing the First Hybrid Doctoral Program in Educational Technology. *TechTrends*, 57(3), 47-53.

- Koohang, A. (2004). Students' perceptions toward the use of the digital library in weekly web-based distance learning assignments portion of a hybrid programme. *British Journal of Educational Technology*, 35(5), 617-626.
- Kurubacak, G. (2007). Identifying Research Priorities and Needs in Mobile Learning Technologies for Distance Education: A Delfi Study. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 19(3), 216-227.
- Li, Y., Dong, M., & Huang, R. (2011). Designing Collaborative E-Learning Environments based upon Semantic Wiki: From Design Models to Application Scenarios. *Educational Technology & Society*, 14(4), 49-63.
- Lin, Q. (2009). Student Views of Hybrid Learning: A One-Year Exploratory Study. *Journal of Computing in Teacher Education*, 25(2), 57-66.
- Mačinko Kovač, M., i Eret, L. (2012). Korelacijski model nastave u osnovnoškolskom kurikulumu matematike i informatike. U M. Čičin-Šain, J. Sunde, N. Lipljin, I. Uroda, I. Turčić Prstačić, i I. Sluganović (Ur.), *MIPRO 2012, 35. međunarodni skup za informatiku i komunikacijsku tehnologiju, elektroniku i mikroelektroniku* (str. 1579-1583). Rijeka: MIPRO Hrvatska udruga za informacijsku i komunikacijsku tehnologiju, elektroniku i mikroelektroniku.
- Marquardt, M. J. (2000). Action learning and leadership. *The learning organization*, 7(5), 233-241.
- Matasić, I., Eret, L., i Dumančić, M. (2011.) Primjer individualizirane nastave matematike kroz m-učenje ("učenje u pokretu"). U V. Šimović, W. Afric, i G. E. Lasker (Ur.), *Zbornik radova Jedanaestog specijaliziranog ICESKS simpozija: informacijske, komunikacijske i ekonomske znanosti u društvu znanja* (str. 9-15). Zagreb: Učiteljski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Matijević, M. (2013). Uvjetovanost izbora i didaktičkog oblikovanja medija u nastavnom procesu i učenju. *Školski vjesnik : časopis za pedagoška i školska pitanja*, 62(2-3)303-325.
- Miyaji, I. (2011). Comparison Between Effects in Two Blended Classes Which E-Learning Is Used Inside and Outside Classroom. *US-China Education Review*, 8(4), 468-481.
- Moreno, R., & Durán, R. (2004). Do Multiple Representations Need Explanations? The Role of Verbal Guidance and Individual Differences in Multimedia Mathematics Learning. *Journal of Educational Psychology*, 96(3), 492.
- Nakayama, M., & Yamamoto, H. (2011), Assessing Student Transitions in an Online Learning Environment, *Electronic Journal of e-Learning*, 9(1), 75-86.
- Neo, K. T. K. (2003). Using multimedia in a constructivist learning environment in the Malaysian classroom. *Australian Journal of Educational Technology*, 19(3), 293-310.
- Nolen, A. L., & Vander Putten, J. (2007). Action research in education: Addressing gaps in ethical principles and practices. *Educational Researcher*, 36(7), 401-407.
- Palekčić, M. (2002). Konstruktivizam - nova paradigma u pedagogiji?. *Napredak*, 143(4), 403-413.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. Newbury Park, London & New Delhi: SAGE Publications.
- Pavlin-Bernardić, N., Jagodić, G. K., i Vlahović-Štetić, V. (2015). Poticanje ranih matematičkih pojmova i vještina putem digitalnih aplikacija iz projekta ICT-AAC. *Poučak : časopis za metodiku i nastavu matematike*, 15(61), 22-27.
- Peters, O. (2001). *Learning and Teaching in distance education*. London: Kogan Page.

- Pintrich, P.R., Smith D.A.F., Garcia T. & McKeachie W.J. (1993). Reliability and predictive validity of the motivated strategies for learning questionnaire (MSLQ), *Educational and Psychological Measurement*, 53, 801-803.
- Skill, T. D., & Young, B. A. (2002). Embracing the Hybrid Model: Working at the Intersections of Virtual and Physical Learning Spaces. *New Directions for Teaching and Learning*, 2002(92), 23-32.
- Steffe, L. P., & Thompson, P. W. (2000). Teaching experiment methodology: Underlying principles and essential elements. In R. Lesh, & A. E. Kelly (Eds.), *Research design in mathematics and science education* (pp. 267-307). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Telese, J. (1999). Social Constructivism: Its Role in Algebra Classrooms. *Paper presented at the Annual Meeting of the Association of Mathematics Teacher Educators*. Chicago, Illinois: Association of Mathematics Teacher Educators.
- Tsai, A. (2011). A hybrid learning model incorporating some of the principal learning theories. *Social behavior and personality*, 39(2), 145-152.
- Ültanir, E. (2012). An epistemological glance at the constructivist approach: constructivist learning in Dewey, Piaget, and Montessori. *International Journal of Instruction*, 5(2), 195-212.
- Vesisenaho, M., Valtonen, T., Kukkonen, J., Havu-Nuutinen, S., Hartikainen, A., & Kärkkäinen, S. (2010). Blended learning with everyday technologies to activate students' collaborative learning. *Science Education International*, 21(4), 272-283.
- Vizek-Vidović, V., Vlahović-Štetić, V., Arambašić, L., i Slaviček, M. (1997). Konativne i emocionalne karakteristike matematički nadarene i prosječno sposobne djece. *Društvena istraživanja*, 6(4-5 (30-31)), 619-634.
- Vlahović-Štetić, V., Rovani, D., i Arambašić, L. (2003). Učenički uradak u matematici - doprinos stavova i matematičke anksioznosti. U D. Bratko, V. Kolesarić, i D. Maslić Seršić Darja (Ur.), *XVI. Dani Ramira Bujasa*. Zagreb: Naklada Slap.
- Wood, S., & Romero, P. (2010). Learner Centred Design for a Hybrid Interaction Application. *Educational Technology & Society*, 13(3), 43-54.
- Xu, D., & Jaggars, S. S. (2013). The impact of online learning on students' course outcomes: Evidence from a large community and technical college system. *Economics of Education Review*, 37, 46-57.